

PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 05-244119

(43)Date of publication of application : 21.09.1993

(51)Int.CI.
H04J 14/02
H04B 10/04
H04B 10/06

(21)Application number : 04-043352 (71)Applicant : TOKYO ELECTRIC POWER CO

INC:THE

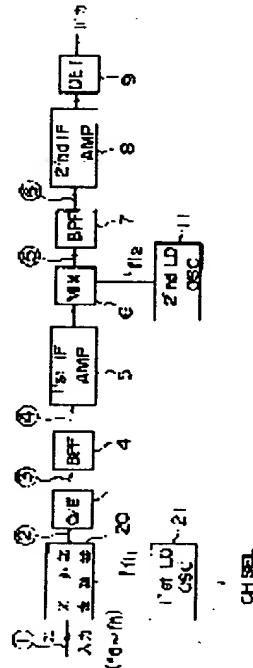
(22)Date of filing : 28.02.1992 (72)Inventor : MATSUMOTO NOBORU
AIZAWA MINORU

(54) FREQUENCY CONVERTER BY OPTICAL EXTERNAL MODULATOR

(57)Abstract:

PURPOSE: To provide the frequency converter for dispensing with a high frequency amplifier having a high band, and also, high linearity, while avoiding complication of a circuit configuration.

CONSTITUTION: The receiving equipment is provided with a photoelectric converter 1, a first band pass filter 4, a first intermediate frequency amplifier 5, a second frequency mixer 6, a second band pass filter 7, a second intermediate frequency amplifier 8, and a detector 9, which are connected in this array order. To the frequency mixer 6, a local oscillating circuit 11 is connected. In the pre-stage of the photoelectric converter 1, an optical external modulator 20 is provided, and to this optical external modulator 20, a high frequency signal is added in accordance with a carrier-frequency of an optical signal, and a modulating signal generator 21 for executing intensity modulation to the optical signal is connected.



LEGAL STATUS

[Date of request for examination] 04.11.1997

[Date of sending the examiner's decision of rejection] 11.04.2000

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number]

[Date of registration]

[Number of appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of requesting appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of extinction of right]

(19)日本国特許庁 (JP)

(12) 公開特許公報 (A)

(11)特許出願公開番号

特開平5-244119

(43)公開日 平成5年(1993)9月21日

(51)Int.Cl.⁵

識別記号

序内整理番号

F I

技術表示箇所

H 04 J 14/02

H 04 B 10/04

10/06

8426-5K

8426-5K

H 04 B 9/ 00

E

L

審査請求 未請求 請求項の数1(全10頁)

(21)出願番号

特願平4-43352

(22)出願日

平成4年(1992)2月28日

(71)出願人 000003687

東京電力株式会社

東京都千代田区内幸町1丁目1番3号

(72)発明者 松本 登

東京都中央区入船1丁目4番10号 東京電力株式会社システム研究所内

(72)発明者 藍澤 實

東京都中央区入船1丁目4番10号 東京電力株式会社システム研究所内

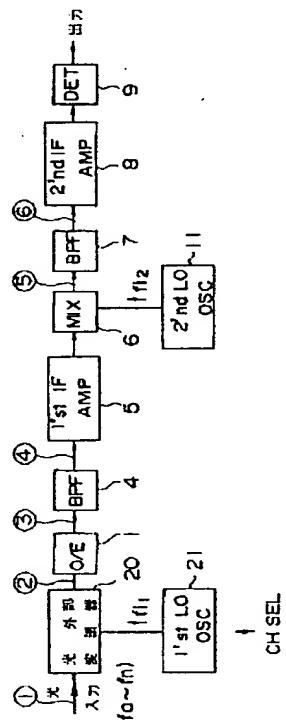
(74)代理人 弁理士 松本 雅利

(54)【発明の名称】光外部変調器による周波数変換装置

(57)【要約】

【目的】回路構成の複雑化を回避しつつ、広帯域かつ、高直線性の高周波増幅器が不要になる周波数変換装置の提供

【構成】受信装置は、この配列順に接続された光電変換器1、第1バンドパスフィルタ4、第1中間周波増幅器5、第2周波数混合器6、第2バンドパスフィルタ7、第2中間周波増幅器8、検波器9を有し、周波数混合器6には、局部発信回路11が接続されている。光電変換器1の前段に光外部変調器20が設けられ、この光外部変調器20に、光信号①の搬送周波数に応じて高周波信号を加えて、光信号①に強度変調を行う変調信号発生器21が接続されている。



【特許請求の範囲】

【請求項1】 強度変調された光信号を周波数変換する周波数変換装置において、前記強度変調された光信号を入力信号として受ける外部変調器と、この外部変調器に接続され、前記光信号の搬送周波数に応じて高周波信号を加えて、前記光信号に強度変調を行う変調信号発生器と、前記外部変調器に接続され、前記変調信号発生器で強度変調された光信号を受け、この光信号を電気信号に変換する光電変換器とからなることを特徴とする光外部変調器による周波数変換装置。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【産業上の利用分野】 この発明は、光外部変調器による周波数変換装置に関するものである。

【0002】

【従来の技術】 従来、光通信の受信装置においては、強度変調された光信号を、まず、光電変換器で電気信号に変換し、その後に増幅などの処理を行うものが一般的である。図10は、この種の受信装置の代表的な方式であるダブルヘテロダイイン構成のものであり、受信装置は、この配列順に接続された光電変換器1、高周波増幅器2、第1周波数混合器3、第1バンドパスフィルタ4、第1中間周波増幅器5、第2周波数混合器6、第2バンドパスフィルタ7、第2中間周波増幅器8、検波器9を有し、各周波数混合器3、6には、それぞれ局部発信回路10、11が接続されている。

【0003】 図11は、この受信装置における図10中に①～⑤で示した部分の信号の状態を示したものであり、 f_1 ～ f_n の周波数信号が含まれている光入力信号は、第1周波数混合器3および第2周波数混合器6で周波数変換され、最終的に⑥で示した部分の信号が検波器9で選択され、この信号が外部に出力信号として送出されることになる。

【0004】 しかしながら、このような構成の装置は、広帯域信号を受ける場合にイメージ妨害を避けるためには好適なものであるが、以下に説明する技術的課題があった。

【0005】

【発明が解決しようとする課題】 すなわち、図10に示した装置では、入力される信号のチャンネル数が多い場合には、高周波増幅器2でチャンネル当たりの出力レベルを一定にするためには、チャンネル数の少ない場合と比較して、出力は高レベルが要求される。また、高周波増幅器2では、入力信号のチャンネル相互間の相互変調歪みの発生を防ぐために、歪みの発生を極力抑える必要がある。

【0006】 ところが、このような要請に答えるためには、高周波増幅器2に広帯域かつ、高直線性が要求され、実現が難しくなる。このような問題の解決策の一つとして、光電変換器1と高周波増幅器2との間に図10

に仮想線で示すように、フィルタ12を介装し、周波数バンドを選択することも考えられるが、この解決策では、回路構成が複雑になる。

【0007】 なお、従来の受信装置としては、図10の構成において、第2周波数混合器6から第2中間周波増幅器8までおよび局部発振回路11を除去したシングルヘテロダイイン方式の構成のあるが、この場合にも上記ダブルヘテロダイイン方式のものと同じ問題があった。

【0008】 この発明は、以上のような従来の問題点に鑑みてなされたものであり、その目的とするところは、回路構成の複雑化を回避しつつ、広帯域かつ、高直線性の高周波増幅器が不要になる周波数変換装置を提供することにある。

【0009】

【課題を解決するための手段】 上記目的を達成するため、本発明は、強度変調された光信号を周波数変換する周波数変換装置において、前記強度変調された光信号を入力信号として受ける外部変調器と、この外部変調器に接続され、前記光信号の搬送周波数に応じて高周波信号を加えて、前記光信号に強度変調を行う変調信号発生器と、前記外部変調器に接続され、前記変調信号発生器で強度変調された光信号を受け、この光信号を電気信号に変換する光電変換器とからなることを特徴とする。

【0010】

【作用】 上記構成の光外部変調器による周波数変換装置によれば、外部変調器と変調信号発生器とが、光信号を電気信号に変換する光電変換器の前に設けられているので、周波数変換が光信号の段階で行われる。

【0011】

【実施例】 以下本発明の好適な実施例について添附図面を参照にして詳細に説明する。図1から図3は、本発明にかかる光外部変調器による周波数変換装置の第1実施例を示している。同図に示す周波数変換装置は、この発明をダブルヘテロダイイン方式の受信装置に適用したものであり、前述した従来例と同一もしくは相当する部分には同一符号を付している。

【0012】 この実施例の周波数変換装置は、従来のこの種の装置のように、周波数多重された信号により強度変調された光信号①を受信するに当たって、直ちに電気信号に変換するのではなく、光信号①の段階で周波数変換する。このため、光電変換器1の前段に光外部変調器20が設けられ、この光外部変調器20に、光信号①の搬送周波数に応じて高周波信号を加えて、光信号①に強度変調を行う変調信号発生器21が接続されている。

【0013】 図2は、図1の要部を示す図であり、この図に基づいて、上記周波数変換装置の基本原理について説明する。図2に示した例では、外部変調器20の出力信号は、入力光信号①と変調信号発生器21からの変調信号sとの積になる。いま、入力光信号①としてFM変調された信号により強度変調された光信号を考えると、

入力光信号①の強度は、次式で表される。

$$P_r = P (1 + a \cdot \cos ((\Omega_1 + m) \cdot \cos (\omega t)) \cdot t + \phi) \dots (1)$$

ここで、P：平均光強度、 Ω_1 ：FM波の中心角周波数、a：強度変調の変調度、m：FM変調指数、 ω ：信号の瞬間角周波数、 ϕ ：位相定数とする。

$$s = \cos (\Omega_2 t) \dots (2)$$

外部変調器20のロスおよび比直線性が無視できる範囲

$$P_o = (\alpha + \beta \cdot s) \cdot P_r = (\alpha + \beta \cdot \cos (\Omega_2 t)) \cdot P_r \dots (3)$$

で表される。

【0016】ここで、 α および β は、設計時に設定する

$$\begin{aligned} P_o &= P (\alpha + \beta \cdot \cos (\Omega_2 t)) \cdot (1 + a \cdot \cos ((\Omega_1 + m) \cdot \cos (\omega t)) \cdot t + \phi) \\ &= P (\alpha + \beta \cdot \cos (\Omega_2 t) + \alpha \cdot a \cdot \cos (\Omega_1 + m) \cdot \cos (\omega t)) \\ &\quad t + \phi + \beta \cdot a \cdot \cos (\Omega_2 t) \cdot \cos ((\Omega_1 + m) \cdot \cos (\omega t)) \cdot t \\ &= P \underbrace{[\alpha + \beta \cdot \cos (\Omega_2 t)]}_{\textcircled{1}} \underbrace{+ \alpha \cdot a \cdot \cos ((\Omega_1 + m) \cdot \cos (\omega t))}_{\textcircled{2}} \underbrace{t + \phi}_{\textcircled{3}} \\ &\quad + 1/2 \cdot \beta \cdot [\cos (((\Omega_1 + \Omega_2) + m) \cdot \cos (\omega t)) \cdot t + \phi] + \\ &\quad \cos (((\Omega_1 - \Omega_2) + m) \cdot \cos (\omega t)) \cdot t + \phi] \dots (4) \end{aligned}$$

⑤

となる。

【0017】(4)式において、④項はsによるアップコンバート信号、⑤項はダウンコンバート信号を表しており、光電変換後適当なフィルタを通すことにより、入

$$P_r = P (1 + m \cdot \cos \omega t \cdot \cos \Omega_1 t) \dots (5)$$

で表され、

$$\begin{aligned} P_o &= P (\alpha + \beta \cdot \cos (\Omega_2 t)) \cdot (1 + m \cdot \cos \omega t \cdot \cos \Omega_1 t) \\ &= P \underbrace{[\alpha + \beta \cdot \cos (\Omega_2 t)]}_{\textcircled{1}} \underbrace{+ \alpha \cdot m \cdot \cos \omega t \cdot \cos \Omega_1 t}_{\textcircled{2}} \\ &\quad + 1/2 \cdot \beta \cdot m \cdot \cos \omega t \cdot [\cos (\Omega_1 + \Omega_2) t + \cos (\Omega_1 - \Omega_2) t] \dots (6) \end{aligned}$$

z) t]

となり、④、⑤項により上記と同様に周波数変換できることがわかる。

【0019】また、(4)、(6)式より、FMあるいはAM変調された信号を周波数多重した信号により強度変調された光信号を入力に与えても、同様に一括周波数変換される。さらに、周波数帯域が制限された信号で強度変調された光信号であれば、上記のFM-IM, AM-IMの場合と同様に周波数変換を行うことができる。また、これらを周波数多重した信号も同様である。

【0020】図3は、図1に示した装置の①～⑥の各部における周波数スペクトラムを示したものである。光外部変調器20に入力される光信号①には、強度変調された多数の周波数信号 $f_a, f_b, f_c, \dots, f_n$ が含まれている。この光信号①には、変調信号発生器21で周波数 f_{l_1} の変調信号sが加えられる。このため、光電変換器1の入力および出力信号②, ③は、図3(b)のよ

【0014】

$$s = \cos (\Omega_2 t) \dots (2)$$

【0015】変調信号発生器21からの変調信号sを次式により表すと、

$$s = \cos (\Omega_2 t) \dots (2)$$

では、外部変調器20の出力 P_o は、

定数であり、 α ：バイアス値、 β ：変調度である。

(3)式に(1), (2)式を代入して変形すると、

$$P_o = P (\alpha + \beta \cdot \cos (\Omega_2 t)) \cdot P_r \dots (3)$$

$$= P (\alpha + \beta \cdot \cos (\Omega_2 t) + \alpha \cdot a \cdot \cos (\Omega_1 + m) \cdot \cos (\omega t)) \cdot P_r \dots (4)$$

$$= P \underbrace{[\alpha + \beta \cdot \cos (\Omega_2 t)]}_{\textcircled{1}} \underbrace{+ \alpha \cdot a \cdot \cos ((\Omega_1 + m) \cdot \cos (\omega t))}_{\textcircled{2}} \underbrace{t + \phi}_{\textcircled{3}} \dots (5)$$

$$+ 1/2 \cdot \beta \cdot [\cos (((\Omega_1 + \Omega_2) + m) \cdot \cos (\omega t)) \cdot t + \phi] +$$

$$\cos (((\Omega_1 - \Omega_2) + m) \cdot \cos (\omega t)) \cdot t + \phi] \dots (6)$$

$$+ 1/2 \cdot \beta \cdot [\cos (((\Omega_1 + \Omega_2) + m) \cdot \cos (\omega t)) \cdot t + \phi] +$$

$$\cos (((\Omega_1 - \Omega_2) + m) \cdot \cos (\omega t)) \cdot t + \phi] \dots (7)$$

$$+ 1/2 \cdot \beta \cdot [\cos (((\Omega_1 + \Omega_2) + m) \cdot \cos (\omega t)) \cdot t + \phi] +$$

$$\cos (((\Omega_1 - \Omega_2) + m) \cdot \cos (\omega t)) \cdot t + \phi] \dots (8)$$

$$+ 1/2 \cdot \beta \cdot [\cos (((\Omega_1 + \Omega_2) + m) \cdot \cos (\omega t)) \cdot t + \phi] +$$

$$\cos (((\Omega_1 - \Omega_2) + m) \cdot \cos (\omega t)) \cdot t + \phi] \dots (9)$$

力光信号①を周波数変換できることがわかる。

【0018】以上の説明において、入力光信号①がAM-IM変調信号の場合には、

$$P_r = P (1 + m \cdot \cos \omega t \cdot \cos \Omega_1 t) \dots (5)$$

$$+ 1/2 \cdot \beta \cdot [\cos (((\Omega_1 + \Omega_2) + m) \cdot \cos (\omega t)) \cdot t + \phi] +$$

$$\cos (((\Omega_1 - \Omega_2) + m) \cdot \cos (\omega t)) \cdot t + \phi] \dots (6)$$

$$+ 1/2 \cdot \beta \cdot [\cos (((\Omega_1 + \Omega_2) + m) \cdot \cos (\omega t)) \cdot t + \phi] +$$

$$\cos (((\Omega_1 - \Omega_2) + m) \cdot \cos (\omega t)) \cdot t + \phi] \dots (7)$$

$$+ 1/2 \cdot \beta \cdot [\cos (((\Omega_1 + \Omega_2) + m) \cdot \cos (\omega t)) \cdot t + \phi] +$$

$$\cos (((\Omega_1 - \Omega_2) + m) \cdot \cos (\omega t)) \cdot t + \phi] \dots (8)$$

$$+ 1/2 \cdot \beta \cdot [\cos (((\Omega_1 + \Omega_2) + m) \cdot \cos (\omega t)) \cdot t + \phi] +$$

$$\cos (((\Omega_1 - \Omega_2) + m) \cdot \cos (\omega t)) \cdot t + \phi] \dots (9)$$

うに、 f_{l_1} を中心としたスペクトラムに変換される。

【0021】この場合、変調信号発生器21の変調信号sは、その周波数の設定が任意に行えるようになっていて、この実施例では、 $(f_{l_1} + f_b)$ の周波数が第1バンドパスフィルタ4の通過周波数に一致するように設定されている。そして、ダイ1バンドパスフィルタ4を通過した信号④は、第1中間周波増幅器5で増幅されたのち、第2周波数混合器6で、局部発信回路11により周波数 f_{l_2} で再び変調され、そのスペクトラムが図3(d)に示す状態になる。

【0022】この信号⑤は、その後第2バンドパスフィルタ7を通過することにより、図3(e)の状態になり、検波器9により、周波数 f_b のものだけが検出されて、外部に出力されることになる。

【0023】さて、以上のように構成された周波数変換装置によれば、外部変調器20と変調信号発生器21と

が、光信号を電気信号に変換する光電変換器1の前に設けられているので、周波数変換が光信号の段階で行われる。このため、従来方式のように広帯域・高出力の増幅器が不要になる。また、複雑な周波数選択用のフィルタも不要になり、電気回路の複雑化が回避される。

【0024】さらに、電気による周波数変換を行う従来方式では、接続ケーブルが周波数特性を持つため、周波数変換装置とバンドパスフィルタとの間を離して設置する場合には、周波数特性補正対策が必要であり、また、周波数補正対策を施したとしてもメタルケーブルでの損失が大きいので、これらの設置距離をあまり大きくできないが、本発明の方式によれば、外部変調器20と光電変換器1とを光ファバケーブルで接続することができる、補正対策を施すことなく、設置距離を大きくすることができます。

【0025】図4、図5は、この発明の第2実施例を示し、また、図6、図7は同第3実施例を示している。これらに図示した実施例では、本発明の周波数変換装置をヘテロダイン中継装置として用いた場合である。

【0026】図4に示した例では、周波数変換装置の後段に、通過周波数帯域を異ならせたバンドパスフィルタBPF1～BPFnを設け、各バンドパスフィルタの後段に増幅器AMP1～AMPnと、電光変換器E/O1～E/Onとをそれぞれ設け、NO.1～NO.n局に、信号を異なる周波数で振り分けるものであり、図5にその周波数スペクトラムの状態を示している。

【0027】また、図6に示した例では、周波数変換装置の前に、光分岐器22を設置し、この後段側に周波数変換装置と直列接続された光電変換器1、バンドパスフィルタBPF1～BPFn、増幅器AMP1～AMPn、電光変換器E/O1～E/Onを設け、NO.1～NO.n局に、信号を同一の周波数で振り分けるものであり、図7にその周波数スペクトラムの状態を示している。

【0028】図8、9は、図4ないしは図6に示した中継装置を更に発展させた例であり、この例では、任意の希望周波数の信号を、任意の希望する端末に伝送することができるので、入力側の信号として別々の端末から周波数多重された信号を与えることにより、交換装置としての利用も可能になる。

【0029】

【効果】以上、実施例で詳細に説明したように、本発明にかかる光外部変調器による周波数変換装置によれば、外部変調器と変調信号発生器とが、光信号を電気信号に変換する光電変換器の前に設けられているので、周波数

変換が光信号の段階で行われる。このため、従来方式のように広帯域・高出力の増幅器が不要になる。また、複雑な周波数選択用のフィルタも不要になり、電気回路の複雑化が回避される。

【0030】さらに、電気による周波数変換を行う従来方式では、接続ケーブルが周波数特性を持つため、周波数変換装置とバンドパスフィルタとの間を離して設置する場合には、周波数特性補正対策が必要であり、また、周波数補正対策を施したとしてもメタルケーブルでの損失が大きいので、これらの設置距離をあまり大きくできないが、本発明の方式によれば、外部変調器と光電変換器とを光ファバケーブルで接続することができる、補正対策を施すことなく、設置距離を大きくすることができます。

【0031】さらにまた、光外部変調器の前後に光カプラなどの光分岐器を設置すれば、複数個所に設置した受信機に供給する信号を一括して周波数変換することもできる。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明にかかる周波数変換装置の一実施例を示す機能ブロック図である。

【図2】図1の要部拡大図である。

【図3】図1の装置の周波数スペクトラムである。

【図4】本発明にかかる周波数変換装置の第2実施例を示す機能ブロック図である。

【図5】図5に示した装置の周波数スペクトラムである。

【図6】本発明にかかる周波数変換装置の第3実施例を示す機能ブロック図である。

【図7】図6に示した装置の周波数スペクトラムである。

【図8】図4、5の応用例を示す機能ブロック図である。

【図9】図4、5の他の応用例を示す機能ブロック図である。

【図10】従来の周波数変換装置を示す機能ブロック図である。

【図11】図10に示した装置の周波数スペクトラムである。

【符号の説明】

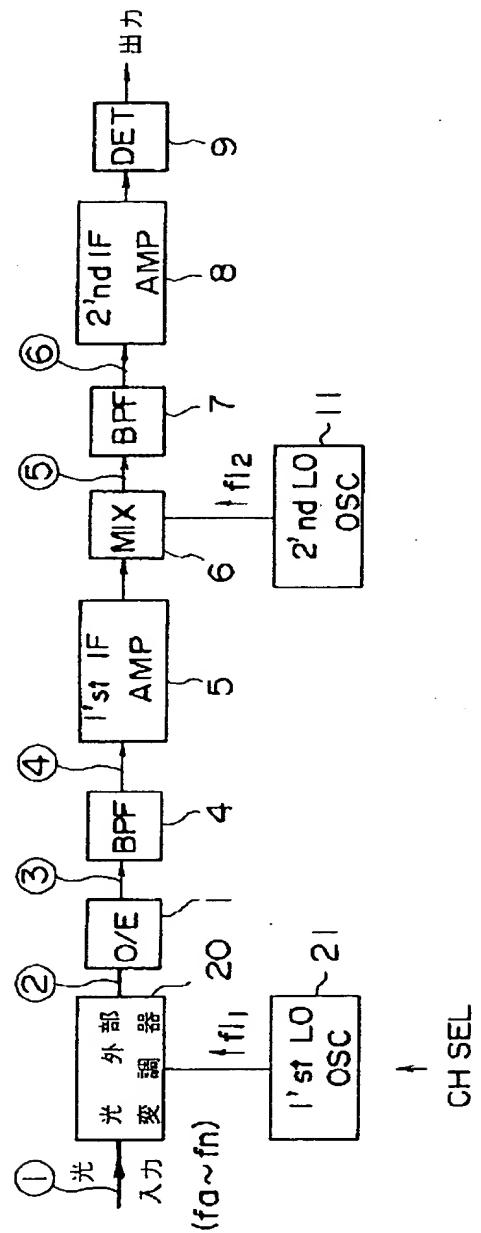
1 光電変換器

20 光外部変調器

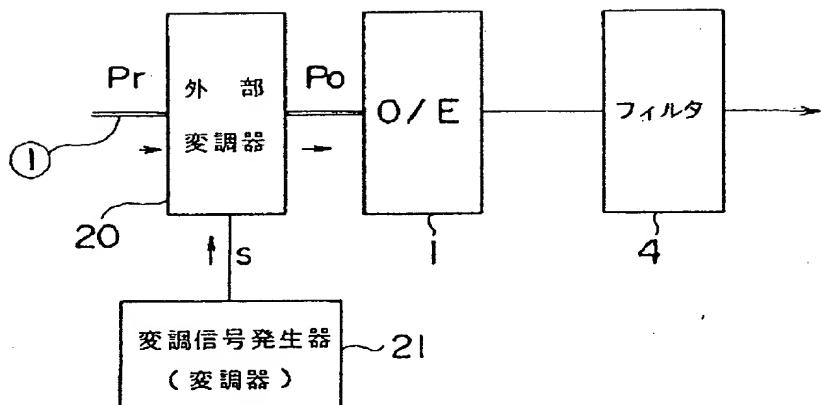
21 變調信号発生器

22 光分岐器

[図1]



【図2】



【図3】

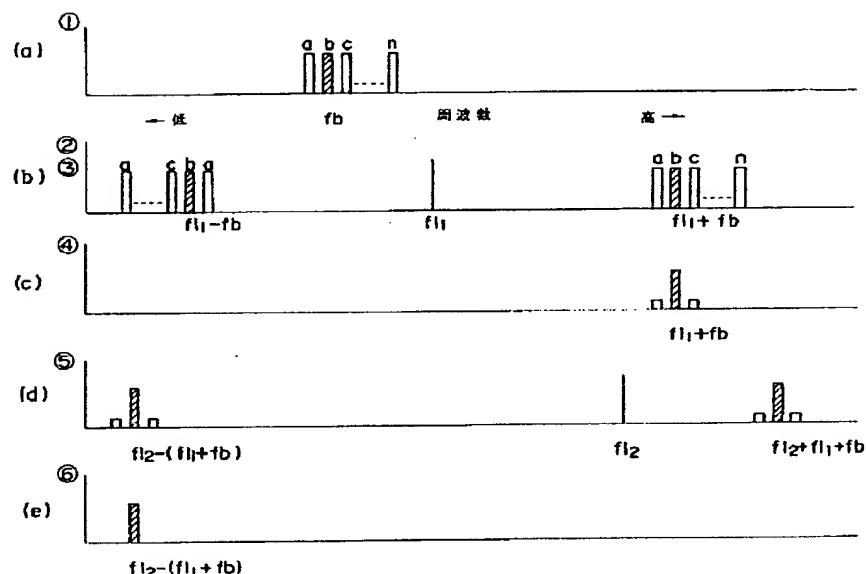
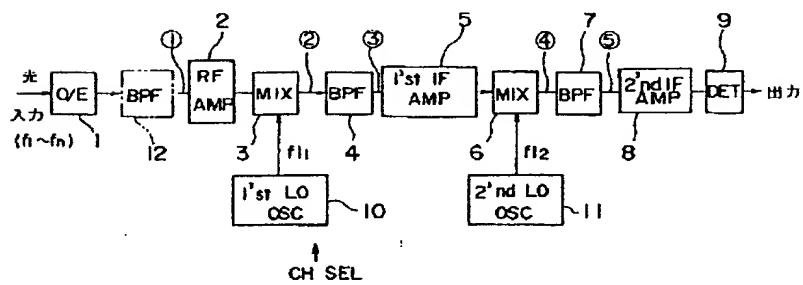
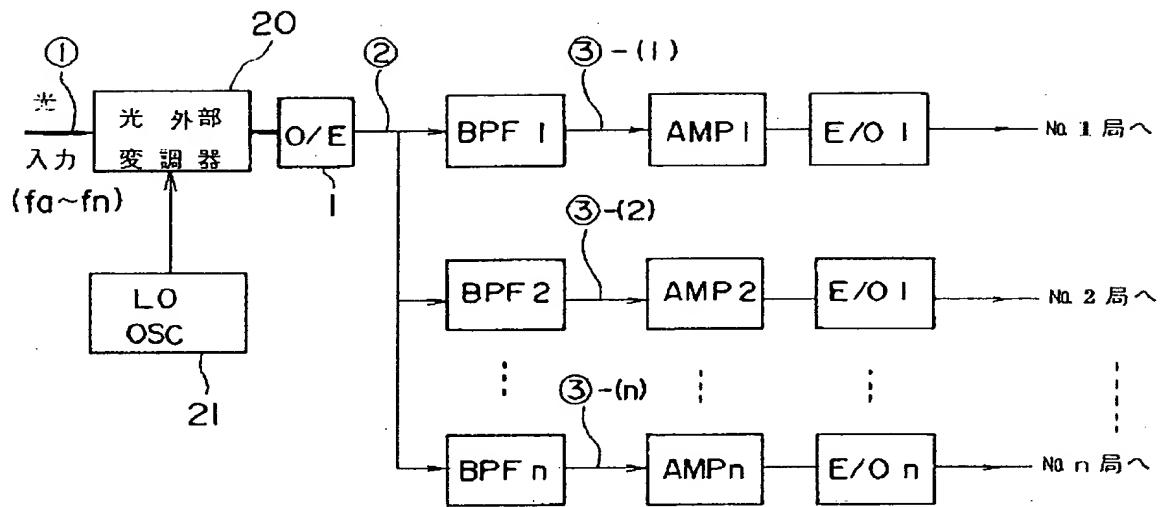


図1における各部の周波数スペクトル

【図10】

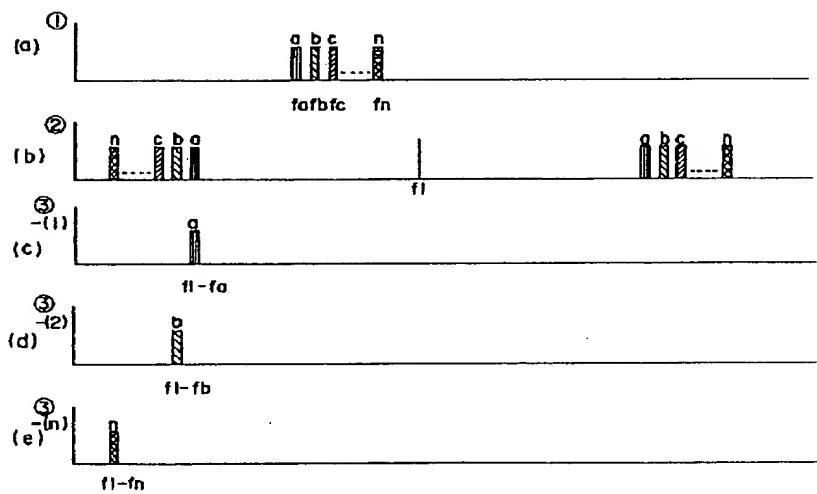


【図4】

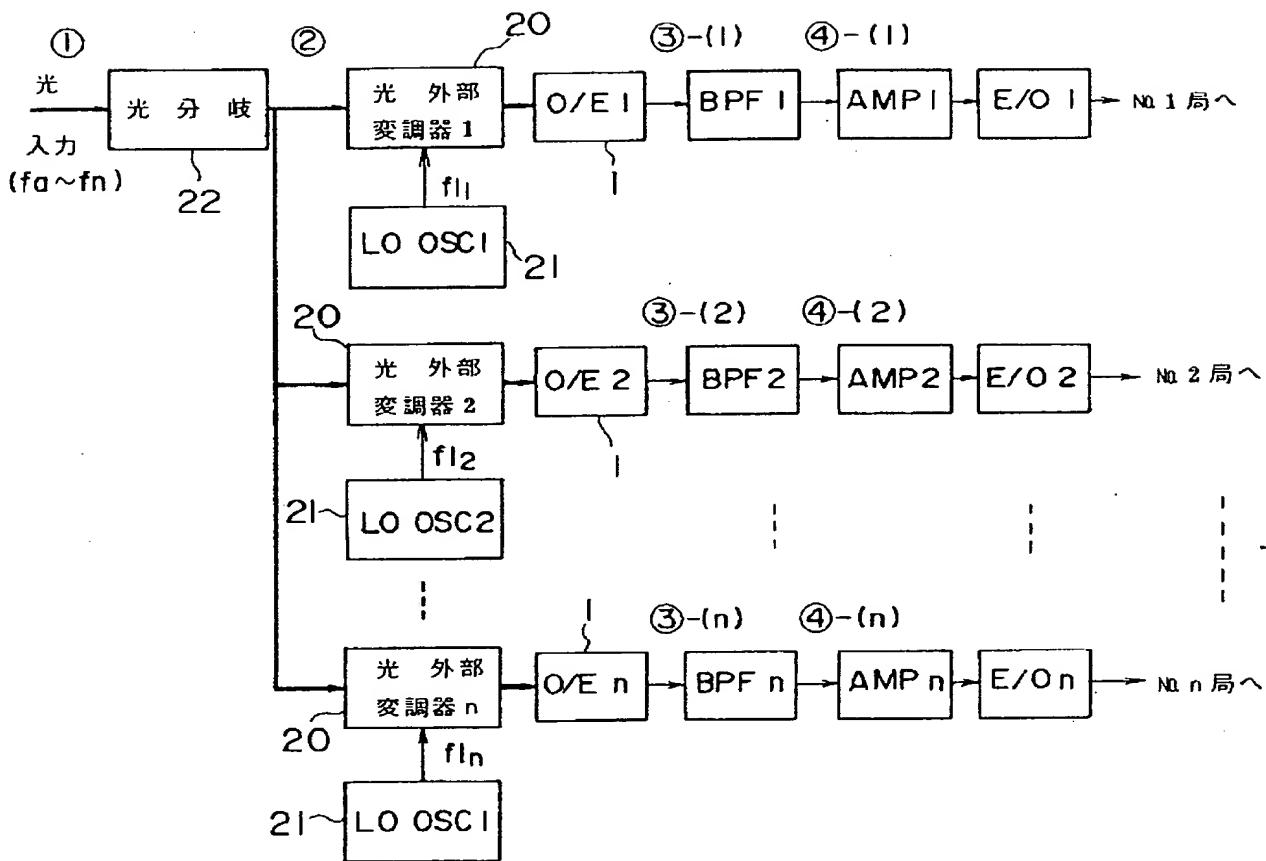


各局に異なる周波数で振り分ける場合

【図5】

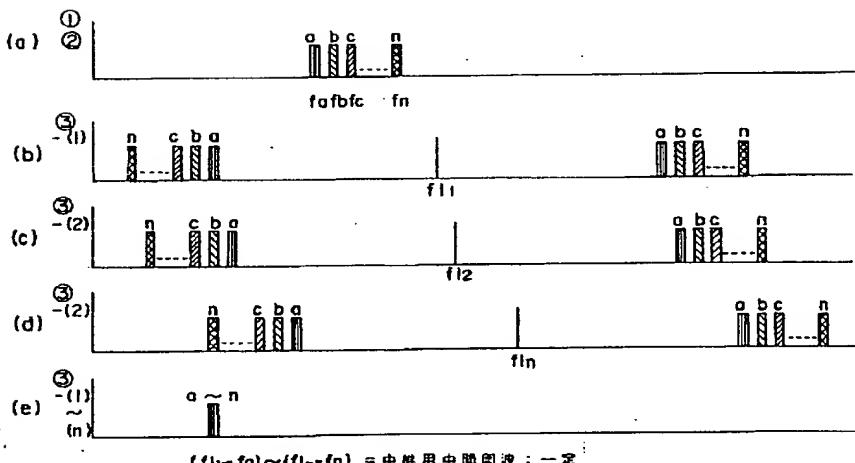


[図6]



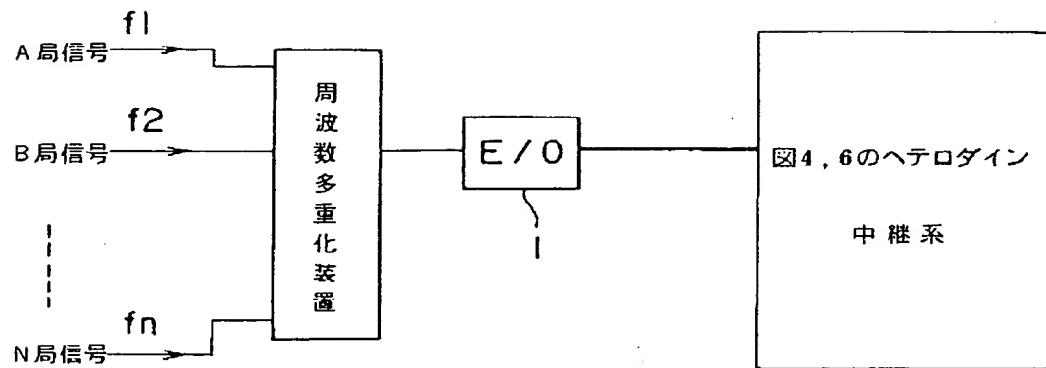
各局に同一の周波数で振り分ける場合

【図7】



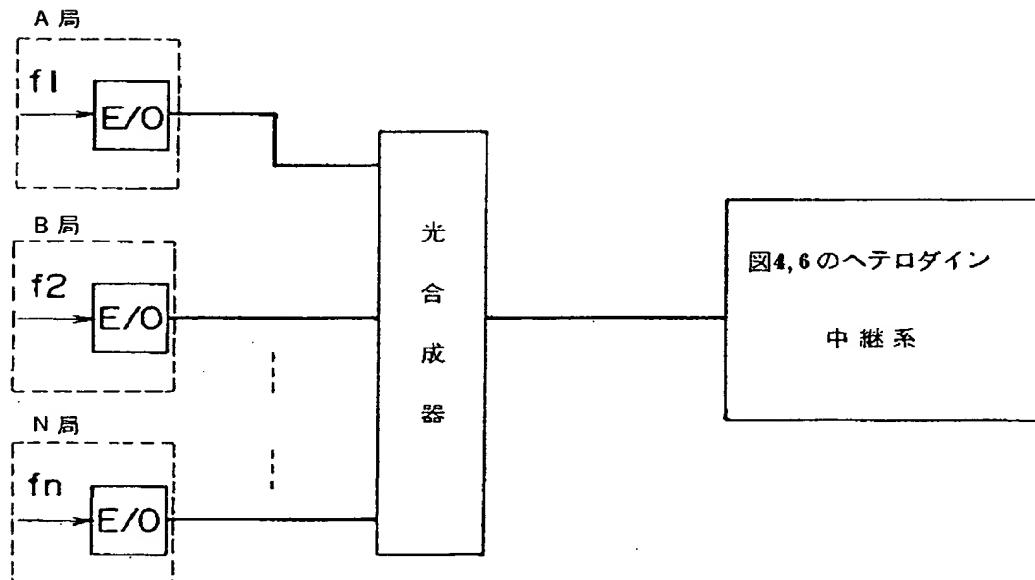
$\{f_1\} - f_0 \sim \{f_{ln} - f_0\}$ = 中性用中間圖波：一定

【図8】



センターで各局の信号が多重化される場合

【図9】



光伝送路上で信号が合成される場合

[図11]

